



PRINCIPIOS DEL G.P.S.

Luis Isidro Ramírez García

En el presente artículo se explican brevemente unas ideas del sistema de posicionamiento global (GPS). Explicar técnicamente su funcionamiento sería largo y complejo, por lo que se han comentado las ideas fundamentales. También se indican diversas aplicaciones y usos de los GPS, así como su gran variedad actual en el mercado.

Introducción

El G.P.S. (Global Positioning System, Sistema de Posicionamiento Global) es un sistema que proporciona a cualquier usuario que disponga de un receptor adecuado, su posición (latitud, longitud y altitud), su velocidad y su hora correspondiente de una forma continua y en cualquier parte del mundo. Fue desarrollado por el Departamento de Defensa (Department of Defense, DoD) de los EE.UU. en los años 60. El sistema está compuesto por tres segmentos: espacial, de control y utilitario. El segmento espacial lo componen 24 satélites; el de control, cinco estaciones oficiales de seguimiento (estación Maestra en Colorado Springs, EE.UU., y estaciones monitoras de control en las islas Ascension, Diego García, Kwajalein y Hawaii); y el segmento utilitario, compuesto por los instrumentos empleados por los usuarios del sistema. La pasada pri-

mavera se puso en órbita el satélite que hacía 24, con lo que se completaba la totalidad de la llamada constelación NAVSTAR (NAVigation Satellite Timing And Ranging). Desde ese momento dio comienzo la fase operativa oficial, sin embargo el GPS se viene utilizando desde que hace varios años se puso en órbita el suficiente número de satélites.

Funcionamiento básico

La disposición en el espacio de los 24 satélites garantiza que, en cualquier parte del mundo, de seis a once satélites se encuentran simultáneamente «visibles», es decir, que sus señales se puedan captar por el mismo receptor durante un tiempo máximo de hasta cuatro horas y cuarto. El proceso por el cual un receptor GPS obtiene su posición consta de unos pasos o etapas y es iterativo, es decir, que realiza de forma cíclica unos determinados pasos, y ello, hasta que obtiene una posición que difiere poco o nada de la hallada en la anterior ejecución de esos mismos pasos. El principio de funcionamiento se basa en el hecho constatado experimentalmente, de que el receptor de GPS es capaz de obtener su posición hallando el punto de intersección de tres superficies esféricas imaginarias centradas en tres satélites, y cuyos radios son las

distancias que el propio receptor calcula entre el mismo y aquellos, además de conocer las posiciones de los satélites en el espacio. Todo esto proporciona dos posibles posiciones válidas, una de las cuales se desecha por absurda al encontrarse fuera de la superficie terrestre. Los relojes de los receptores GPS son de cesio, mientras que los de los satélites son atómicos y mucho más exactos. Este hecho produce una diferencia en las medidas de los tiempos de unos y

otros, y teniendo en cuenta que en el GPS es fundamental una referencia horaria, para esta se toma la del reloj de un cuarto satélite. El cálculo de las distancias antes mencionadas se basa en el siguiente procedimiento. El receptor calcula la distancia a cuatro satélites de los que

Actualmente los campos de aplicación del GPS no parecen tener límites. Existen multitud de aplicaciones en funcionamiento y muchas más en fase de experimentación.

«ve». El cálculo de una cualquiera de estas distancias lo hace comparando el instante en el que recibe una señal emitida por el satélite con el momento en el que esa señal se ha emitido desde el mismo satélite. El receptor sabe ese momento porque conoce los horarios fijos de transmisión de cada satélite. El receptor, tras disponer de ese «retardo» que ha sufrido la señal emitida por el satélite desde el propio satélite hasta el receptor, y utilizando la simple fórmula de espacio es igual a velocidad por tiempo, obtiene la distancia de marcha. Realmente no

LUIS ISIDRO RAMIREZ GARCIA es proyectista del Departamento de Comunicaciones de la UPV (Universidad Politécnica de Valencia). Vocal de Rama de Estudiantes del IEEE de Valencia.



obtiene la distancia exacta y ello es debido a que la velocidad real de propagacion media de la se-al emitida por el satelite no es la velocidad de la luz en el vacio, tal y como supone el receptor al aplicar la formula mencionada, y por esta razon se llaman pseudodistancias. Tras el calculo de las cuatro pseudodistancias, se ejecutan en el receptor los pasos iterativos se-alados mas arriba y asi obtiene su altitud, su longitud y su latitud con el minimo error, es decir su posicion. La velocidad instantanea se obtiene mediante dos medidas de su posicion en instantes consecutivos.

Aplicaciones

Actualmente los campos de aplicacion del GPS no parecen tener limites. Existen multitud de aplicaciones en funcionamiento y muchas mas en fase de experimentacion. Podriamos dividir estas aplicaciones en: sistemas inteligentes de radionavegacion y posicionamiento, sistemas de respuesta ante emergencias, aplicaciones topograficas (trazado de mapas) y sistemas para acceso a areas peligrosas (zonas contaminadas, reconocimiento de zonas con minas, desactivacion de bombas por control remoto). Los usos mas extendidos y comunes del GPS son los que

se refieren a sistemas de radionavegacion, seguimiento de vehiculos y los llamados Sistemas Inteligentes para Vehiculos en Carretera (Intelligent Vehicle

Highway Systems, IVHS). En cuanto a los IVHS decir que la mayoría de los grupos de usuarios son sistemas de transporte tales como flotas de autobuses, de taxis y de camiones, ademas de flotas de servicios medicos de emergencia. Un estudio realizado

en 1.992 sobre el tama-o del mercado para los IVHS, en EE.UU., reflejo que este seria durante los siguientes 20 a-os de 215 mil millones de dolares, lo cual indica claramente la magnitud economica del «fenomeno» GPS en ese pais. Solamente en 1.993 hubo unos 300 millones de dolares en ventas de IVHS basados en GPS en EE.UU..

GPS Diferencial

Los posibles usuarios del GPS pueden ser militares o civiles. Los usuarios llamados militares son aquellos que disponen de receptores que les permite obtener su posicion con una precision de unos 10 metros. Estos usuarios son todos aquellos a los que el DoD les ha concedido un receptor especial, y son, ademas de militares norteamericanos, equipos de topografos especiales que se dedican a confeccionar mapas de gran precision, mientras que los usuarios civiles disponen de otro tipo de receptores que ofrecen medidas de posicion con una precision aproximada de unos 100 metros. Como respuesta a la limitacion en la precision que ofrecia el GPS a los usuarios civiles, diversas empresas privadas idearon el DGPS o GPS Diferencial. El DGPS utiliza unas estaciones

terrestres receptoras de GPS para aumentar la precision de los receptores GPS civiles. Estas estaciones terrestres realizan

El DGPS utiliza unas estaciones terrestres receptoras de GPS para aumentar la precision de los receptores GPS civiles.

un calculo de su posicion como cualquier otro receptor GPS civil y la comparan con su posicion real, la cual se conoce ya que son estaciones fijas y con posicion conocida; a continuacion transmiten a los receptores de DGPS civiles, en una

frecuencia especial, el error obtenido al comparar ambas posiciones. Este error es realmente un vector con sentido y modulo que se suma al obtenido en el receptor de DGPS civil, dando el resultado el vector de la posicion con una precision de pocos metros. El uso del DGPS es, en algunos lugares gratis, como ocurre para las embarcaciones que navegan por el sur de Francia, donde la estacion terrestre esta en la peninsula de Cherburgo. Pero tambien puede ser muy costoso, como en las costas de Inglaterra, donde hay que pagar unas 60 libras esterlinas al mes por el uso del sistema DGPS que alli funciona y que se denomina Scorpio.

Equipos receptores GPS

Actualmente hay receptores GPS de todo tipo, de muchos precios y capaces de integrarse en numerosos sistemas de comunicaciones. Los hay portatiles, del tama-o de una calculadora de bolsillo, con una pantalla de cristal liquido, desde unas 40.000 pts. Tambien hay equipos que tienen incorporada una gran pantalla donde se visualiza la posicion, y con ayuda de mapas digitales de la zona, se puede observar incluso la trayectoria del movimiento. Muchos equipos vienen con software para conectarlos a ordenadores personales. Los receptores GPS mas completos suelen costar a partir de las 100.000 pts. Los hay especiales para barcos, de recreo o no, para coches, para vehiculos de gran tonelaje o para aviones.

Bibliografia

JEFF HURN, *GPS. Una guia para la proxima utilidad*. Trimble Navigation.

JOSE LUIS CARTULA SANCHEZ DE NEIRA., *Sistema de Posicionamiento Global*. MOPU-IGN.

ALFONSO NUÑEZ-GARCIA DEL POZO, *GPS. La nueva era de la Topografia*. GPS World.